



RECEIVED

APR 05 2005

TC 1700

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Jing Wen Tzeng

U.S. Patent No. 6,482,520

Issued November 19, 2002

THERMAL MANAGEMENT SYSTEM

RECEIVED

FEB 04 2005

TC 1700

17

SUBMISSION OF REFERENCES UNDER 37 C.F.R. § 1.501

The following references, copies of which are enclosed, are deemed to be pertinent and applicable to the above-referenced Patent and are believed to have a bearing on the patentability of one or more of the claims of the above-referenced U.S. patent.

Japanese Patent Application Publication HEI 10-56114 (A)

Japanese Patent Application Publication HEI 11-179830 (A)

A copy of each of the above-listed references has not been sent to the patent owner. Thus, in accordance with 37 CFR 1.501(c), this submission is being filed in duplicate.

PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number : 10-056114

(43)Date of publication of application : 24.02.1998

(51)Int.Cl.

H01L 23/38

H01L 23/36

(21)Application number : 08-209961

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 08.08.1996

(72)Inventor : INOUE TAKAO
NISHIKI NAOKI
KOMYOJI DAIDO
KAWASHIMA TSUTOMU
MAEDA YUKIO

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve heat dissipation, miniaturize a cooling structure and reduce its weight, by cooling a semiconductor element by bringing a carbon sheet into contact with a part of the semiconductor element.

SOLUTION: On a semiconductor element 3, a heat sink 1 is provided through a carbon (for instance, high orientation graphite) sheet 2. Since heat generated from the semiconductor element 3 is conducted to the heat sink 1 through the carbon sheet 2 having excellent heat conductivity, the semiconductor element 3 is cooled efficiently by heat dissipation. Since heat generated by the semiconductor element 3 is dissipated by the heat sink 1 through the carbon sheet 2 without convecting, heat dissipation characteristic is improved more in the order of graphite fiber, pressed sheet, high orientation graphite, compared with the conventional one which uses aluminum. As for high orientation graphite, heat dissipation characteristic improves as much as 8%. The length of the carbon sheet 2 is permitted to be longer than the semiconductor element 3. Therefore, the carbon sheet 2 operates as a heat dissipation fin.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of
rejection] 04.11.2003[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection] 2003-23542[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection] 04.12.2003

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-56114

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51) Int. CL ¹	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/38			H 0 1 L 23/38	
23/36			23/36	B
				D

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-209961

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 8 月 8 日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 井上 孝夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 西木 直己

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 光明寺 大道

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外 1 名)

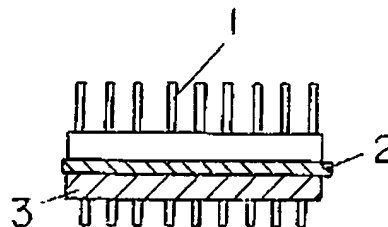
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体基座

(57) 【要約】

【課題】 放熱性が良く、更に小型、軽量化の半導体の冷却構造を提供するものである。

【解決手段】 半導体素子 3 の上面に炭素質シート 2 を介してヒートシンク 1 を設けたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】炭素質シートを半導体素子の一部に接触させたことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】炭素質シートを半導体素子の一部に接触させ、その炭素質シートに放射ファン付ヒートシンクまたはペルチェ素子を接触させたことを特徴とする半導体装置。

【請求項3】半導体素子にフィン構造をなす炭素質シートを接触させた半導体装置。

【請求項4】半導体素子を配置する設置台に半導体素子を設置し、前記半導体素子に接するように炭素質シートを設け、この設置台、半導体素子と炭素質シートの一部を樹脂により封止し、前記樹脂封止されていない炭素質シートにペルチェ素子、ファン付ヒートシンクを設けた半導体装置。

【請求項5】半導体素子のチップに直接、薄い絶縁材を介して炭素質シートと接触させる半導体装置。

【請求項6】回路基板上に半導体素子を配設し、薄膜の樹脂をこの半導体素子上に配し、この薄膜に炭素質シートを接着させ、半導体素子と炭素質シートとを樹脂により封止する半導体装置。

【請求項7】回路基板上に半導体素子を配設し、この半導体素子の上面にダイヤモンド等の絶縁層を設けるとともに、この半導体素子の外周の回路基板上に封止剤を積層し、封止剤と絶縁層の上面に炭素質シートを設けることにより、半導体素子を回路基板、封止剤、絶縁層及び炭素質シートで囲むようにした半導体装置。

【請求項8】請求項1～7記載の半導体装置において、炭素質シートが熱伝導異方性シートである半導体装置。

【請求項9】請求項1～8記載の半導体装置において、炭素質シートが高配向性を有するグラファイトである半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子機器、産業機器、医療機器、アミューズメント機器等に使用される高速半導体素子の冷却のために利用される半導体装置、詳しくは放熱構造に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体は、パーソナルコンピュータ、携帯電話等の電子機器の小型軽量化、産業機器の検査計測技術との複合化、小型化、医療機器の高精度化、多機能化等のニーズに答えるため小型化、高速化が余儀なくされている。このような小型化、高速化に伴い、半導体の発熱に対する冷却構造の小型化、高効率化、さらには軽量化が要求されている。パーソナルコンピュータを例にとれば、従来のデスクトップ型の冷却構造をノート型には適用できないという問題が起こっている。

【0003】このような問題に対して従来の半導体の冷却構造は、銅やアルミニウム等の高熱伝導体を回路基板

中や半導体パッケージ上のヒートシンクとして用いることにより対処してきた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような冷却構造では、ヒートシンクの重さと占有容積の観点から小型化、軽量化が図れないという問題が生じ、その結果、電子機器等の小型軽量化が図れなかった。また、放熱性も不十分であるために、CPUによる高速処理にも限界があり、高性能化にも支障をきたしていた。特に半導体パッケージとヒートシンクとの間の密着をいかに熱伝導性のよいもので密着させるかが問題であった。

【0005】本発明は放熱性が良く、更に小型、軽量化の半導体の冷却構造を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は、炭素質シートを半導体素子の一部に接触させることにより半導体素子を冷却するものである。ここで、炭素質シートは耐熱性、耐薬品性、高熱伝導性を備えており、従来の銅に比べて1.5～2.5倍、アルミニウムに比べて2.5～4倍の熱伝導率があるので高効率の放熱が可能である。

【0007】また、炭素質シートとして、高配向性グラファイトを用いることにより、熱伝導性が高く、屈曲性、復元力が優れた炭素質シートが得られ、高効率の放熱があり、かつ小型、軽量化が可能となる。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1記載の発明は、カーボン繊維等の炭素質シートを半導体素子の一部に接触させることにより半導体素子を冷却するものである。ここで、炭素質シートは耐熱性、耐薬品性、高熱伝導性を備えており、従来の銅に比べて1.5～2.5倍、アルミニウムに比べて2.5～4倍の熱伝導率があるので高効率の放熱が可能である。

【0009】本発明の請求項2記載の発明は、炭素質シートを半導体素子の一部に接触させて、前記炭素質シートの同一面に放熱ファン付ヒートシンクまたはペルチェ素子を接触させることにより、半導体素子を冷却するものであり、請求項1の半導体装置に比べて更なる放熱効果がある。本発明の請求項3記載の発明は、半導体素子の一部に凸状の炭素質シートを設け、炭素質シート自体でヒートシンクの役割を果たすものであり、請求項1の半導体装置に比べて放熱効果があり小型、薄型化が可能となる。

【0010】本発明の請求項4記載の発明は、半導体素子を配置する設置台に半導体素子を設置し、前記半導体素子に接するように炭素質シートを設け、この設置台、半導体素子と炭素質シートの一部を樹脂により封止し、前記樹脂封止されていない炭素質シートにペルチェ素子、ファン付ヒートシンクを設けたものである。本発明

の請求項5記載の発明は、ペアICのような半導体素子のチップに直接、薄いダイヤモンド等の絶縁材を介して炭素質シートと接触させるものであり、半導体の小型、薄型化が可能であり、また半導体素子のウエハから熱を放熱できる。

【0011】本発明の請求項6記載の発明は、回路基板上に半導体素子を配設し、薄膜の樹脂をこの半導体素子上に配し、この薄膜に炭素質シートを接着させ、半導体素子と炭素質シートとを樹脂により封止するものであり、半導体の小型、薄型化が可能であり、また半導体素子のウエハから熱を放熱できるので、従来の樹脂パッケージ、セラミックパッケージされた半導体に比べて大幅に向上できるので高速処理可能な半導体を提供することができる。

【0012】本発明の請求項7記載の発明は回路基板上に半導体素子を配設し、この半導体素子の上面にダイヤモンド等の絶縁層を設けるとともに、この半導体素子の外周の回路基板上に封止剤を塗布し、封止剤と絶縁層の上面に炭素質シートを設けることにより、半導体素子を回路基板、封止剤、絶縁層及び炭素質シートで囲むように半導体の放熱構造を形成することができ、防水効果に優れた、小型で高効率の半導体装置が提供できる。

【0013】本発明の請求項8記載の発明は、請求項1～7記載の半導体装置において、炭素質シートが熱伝導異方性シートであることにより所定の冷却手段に指向性を持って伝熱をすることができるので、更に放熱効果がある。本発明の請求項9記載の発明は、請求項1～8記載の半導体装置において、炭素質シートが高配向性を有するグラファイトであるので、高い放熱性を持ち、かつ加工が容易となり多種多様の放熱構造が可能となる。

【0014】本発明の炭素質シートは、グラファイト繊維や天然の結晶グラファイト粉末を圧着処理、またはバインダーを加えた加熱処理して得られたプレス型シートを用いている。これらの炭素質シートは銅やアルミニウムに比べて熱伝導性が高いので、高効率の冷却が可能となる。

【0015】しかし、天然の結晶グラファイト粉末を処理して得られたプレス型シートは、不純物が含まれるのでより高い熱伝導性が得られず、また90度から180度の曲げて割れてしまうことがあり加工が困難であった。また、グラファイト繊維もまた不純物が含まれるので、より高い熱伝導性が得られなかった。加えてグラファイト繊維はヒートシンクとのなじみが悪いので、間に

熱伝導性ペーストを用いる必要があり、この熱伝導性ペーストは熱伝導率が小さいので結果的に熱伝導性の小さなものになってしまう。

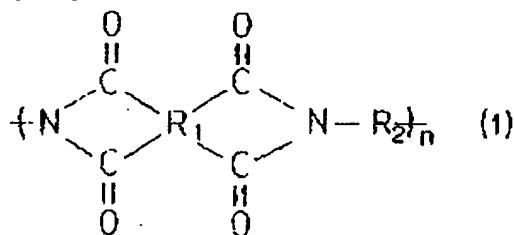
【0016】これに対して、高配向性を有するグラファイト素材（以下、高配向性グラファイトという）があり、このグラファイト素材は、グラファイト結晶の配向方向がそろった高結晶グラファイト、特にロッキング特性が20度以下のグラファイトであればよい。そして、このグラファイト素材には特定の高分子化合物のフィルムをグラファイト化したものを使用するものがあり、熱伝導性が良いものである。ここでロッキング特性とは、X線回折装置を用いてグラファイトの厚さ方向に対する垂直面である（002）線のピーク位置におけるX線の散乱度を測定し、結晶の配列度合いを決定したものである。

【0017】前記特定の高分子化合物として、各種ポリオキサジアゾール（POD）、ポリベンジチアゾール（PBT）、ポリベンジビスチアゾール（PBBT）、ポリベンジオキサゾール（PBO）、ポリベンジビスオキサゾール（PBBO）、各種ポリイミド（PI）、各種ポリアミド（PA）、ポリフェニレンベンジイミダゾール（PBI）、ポリフェニレンベンジビスイミダゾール（PPBI）、ポリチアゾール（PT）、ポリパラフェニレンビニレン（PPV）、ポリアミドイミド（PAI）からなる群の中から選ばれた少なくとも1つを使用することができる。

【0018】上記各種ポリオキサジアゾールとしては、ポリパラフェニレン-1, 3, 4-オキサジアゾールおよびそれらの異性体がある。上記各種ポリイミドには下記一般式（1）で表される芳香族ポリイミドがある。

【0019】

【化1】



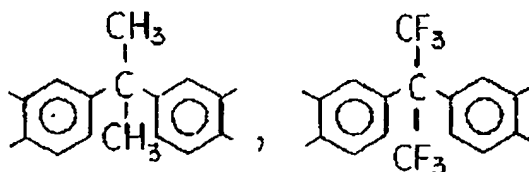
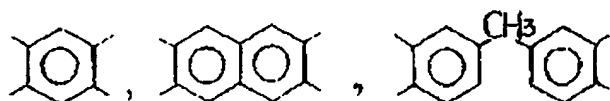
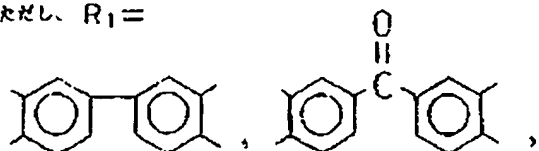
【0020】

【化2】

5

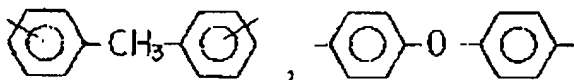
ただし、 $R_1 =$

5



【0021】

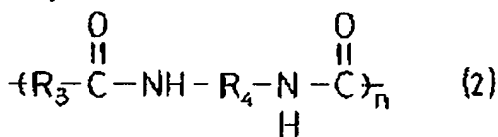
* * 【化3】

 $R_2 =$ 

【0022】上記各種ポリアミドには下記一般式(2)で表される芳香族ポリアミドがある。

【0023】

【化4】



【0024】使用されるポリアミド、ポリアミドはこれらの構造を有するものに限定されない。前記高分子化合物のフィルムをグラファイト化する焼成条件は、特に限定されないが2000℃以上、好ましくは3000℃近辺の温度域に達するように焼成すると、より高配向性が優れたものができるために好ましい。焼成は普通、不活性ガス中で行われる。最高温度が2000℃未満で焼成

する場合は、得られたグラファイトは硬くて脆くなる傾向がある。焼成後、更に必要に応じて圧延処理するようにしてもよい。

【0025】前記高分子化合物のフィルムのグラファイト化は、例えば高分子化合物のフィルムを適当な大きさに切断し、3000℃に昇温してグラファイト化するプロセスで製造される。焼成後、さらに必要に応じて圧延処理される。このようにして得られる高配向性グラファイト素材は、プレート状、シート状、フィルム状のいずれの形態でもよい。

49

【0026】以下、炭素質シートとしてプレス型シート、グラファイト繊維、あるいは、高配向性グラファイトを用いた半導体の冷却構造の實施の形態を説明する。ここで放熱特性とは、比較材料（ここでは主にアルミニウム）の温度低下割合に対する炭素質シート（ここでは主に高配向性グラファイト）の温度低下割合の比を百分率で表したものであり、以下の實施の形態においては、この放熱特性を用いて従来と本願發明との冷却能力を説明する。例えば、アルミニウムを用いた場合は半導体素子の表面温度が70度から65度に変化し、炭素質シー

59

トを用いた場合は半導体素子の表面温度が70度から60度に変化したとすると、放熱特性は $(70-60) \times 100 / (70-65) (\%) = 200\%$ となる。

【0027】実際には、半導体素子の上面の温度を温度測定素子(熱電対)を用いて測定した。

【0028】

【発明の実施の形態】

(実施の形態1) 本発明の第1の実施の形態は、図1に示すように半導体素子3の上面に炭素質シート2を介してヒートシンク(ここでは、アルミヒートシンク)1を設けたものである。

【0029】この構成により、半導体で発生した熱は、熱伝導性のよい炭素質シートを通してヒートシンクに伝わるので、高効率の半導体素子の放熱冷却が可能となる。このように半導体素子で発生した熱を溜めることなく炭素質シートを介してヒートシンクで放熱できるために、従来のアルミニウムを用いたものに比べてグラファイト微粒、プレス型シート、高配向性グラファイトと順に放熱特性が向上し、高配向性グラファイトについては8%も放熱特性が向上した。

【0030】ここで炭素質シートを半導体素子の上面に設けたが、半導体素子の下面等、半導体から伝熱できる箇所ならどこに設けてもよい。

(実施の形態2) 本発明の第2の実施の形態は、図2に示すように半導体素子3の上面に炭素質シート4を介してヒートシンク1を設け、かつ炭素質シート4の長さを半導体素子3より長くしたものである。

【0031】この構成により、炭素質シート4自体が放熱フィンの役割を果たし、ヒートシンク1と炭素質シートの両方から放熱できるので、更なる冷却効果がある。ここで炭素質シートに高配向性グラファイトを用いた場合はアルミニウムを用いた場合に比べて放熱特性が12%向上した。また、本実施の形態では炭素質シートの長さを長くしたが炭素質シートの面積を半導体素子の表面積より大きくして放熱フィンの役割を果たせば同様の効果が得られる。また、ここで炭素質シートを半導体素子の上面に設けたが、半導体素子の下面等、半導体から伝熱できる箇所ならどこに設けてもよい。

【0032】(実施の形態3) 本発明の第3の実施の形態は、図3に示すように半導体素子3の上面に炭素質シート5を設け、この炭素質シート5の半導体素子3の接触面と同一面に放熱ファン付ヒートシンク7、あるいはペルチェ素子6を設けたものである。この構成により、半導体素子3から炭素質シート5(ここでは、高配向性グラファイト)に伝わった熱をファン付ヒートシンク、ペルチェ素子により強制的に冷却することができ、従来の銅に比べて30%、アルミニウムに比べて80%の放熱特性を得ることができる。

【0033】このように放熱特性が大きいので、ミリ以下の厚さで十分の熱伝導が可能であり、しかも比重がア

ルミニウムと比べて0.37倍、銅に比べて0.11倍と軽いため小型、薄型、軽量化が可能となる。また、炭素質シート5の半導体素子3の接触面と同一面に放熱ファン付ヒートシンク、あるいはペルチェ素子を設けることにより、放熱構造の薄型化ができる。

【0034】このために、ノート型パソコンにこのような半導体素子(CPU等)の冷却構造を用いることにより、小型、軽量化であり、かつ高速処理が可能なものを得られる。更に、この炭素質シートに絶縁処理を施すことにより、半導体素子の熱をペルチェ素子等の放熱手段に損失することなく伝えることができ、更なる放熱効果がある。

【0035】(実施の形態4) 本発明の第4の実施の形態は、図4に示すように半導体素子3の上面に凸状の炭素質シート8を設け、炭素質シート8自体でヒートシンクの役割を果たすものである。具体的には図に示すように複数の凸状の突起を有する炭素質シート8を半導体素子3に圧着接合させることにより、ヒートシンクを用いることなく半導体を冷却することが可能であり、小型化、軽量化が可能となる。また一例としてヒートシンクは一枚の高配向性グラファイトを折り曲げて凸状の突起をつくることにより製造できる。この場合、放熱特性は従来のアルミニウムに比べて放熱特性が11%向上した。

【0036】このようにフィン構造の炭素質シートを用いて、ヒートシンクにすることにより放熱特性の向上を図ることができる。尚、炭素質シート8と半導体素子3との圧着接合をよくするために、図5に示すように樹脂9により炭素質シート8を半導体素子3と複合成形したものを用いると更に冷却効果のあるものが得られる。具体的には従来の炭素質シートに比べて放熱特性が25%向上した。

【0037】(実施の形態5) 本発明の第5の実施の形態は図8に示すように外部端子である足ピン19を有する設置台18に半導体素子であるペリC15をワイヤボンディング17をし、このワイヤボンディング17に接するように炭素質シート20を設け、このコム18、ワイヤボンディング17、ペリC15と炭素質シートの一部を樹脂16により封止し、樹脂封止されていない炭素質シート20にペルチェ素子6、ファン付ヒートシンク7を設けたものである。本実施の形態では2枚の炭素質シートを接合させたものを用いたが、1枚もののシートでもよく、炭素質シートであればよい。本実施の形態では、ワイヤボンディングにより半導体素子と設置台を電気的に接続したが、電気的接続にはどのような懸念でもよく、また炭素質シートをワイヤボンディングと接続したが、炭素質シートを半導体素子と接続しても同様の効果を有する。

【0038】ここで、炭素質シートに高配向性グラファイトを用いた場合、従来のアルミニウムに比べてペルチェ素子等を設ける前の放熱特性は50%、ペルチェ素子

等を設けた時の放熱特性は110%向上した。また、炭素質シートを樹脂によりICと封止できることにより、より小型、薄型化が可能となり、高速処理も可能となる。

〔実施の形態6〕本発明の第6の実施の形態は、図10に示すようにベアICのような裸の半導体素子31であるチップに直接、薄いダイヤモンド等の絶縁材27を介して炭素質シート25、26（本実施の形態では図7に示す2枚組みの炭素質シート）と接触させるものであり、半導体の小型、薄型化が可能であり、また半導体素子のウエハから熱を放熱できるので、放熱特性も従来の樹脂パッケージ、セラミックパッケージされた半導体に比べて大幅に向上できるので高速処理が可能な半導体を提供することができる。ここで、チップとは1つの基板上に納まりきるように作られたICやLSIであり、本実施の形態ではベアICはセラミックガラス基板32上にある。

〔実施の形態7〕本発明の第7の実施の形態は、図9に示すように回路基板21上に半導体素子22を配置し、薄膜のエポキシ樹脂をこの半導体素子上に配し（ここではポッティングし）、この薄膜に炭素質シート25、26（本実施の形態では図7に示す2枚組みの炭素質シート）を接合させ、半導体素子22と炭素質シート25、26とをエポキシ樹脂24により封止するものである。

〔0039〕この構成により半導体の小型、薄型化が可能であり、また半導体素子のウエハから熱を放熱できるので、放熱特性も図12に示す従来の樹脂パッケージ、セラミックパッケージされた半導体に比べて大幅に向上できるので高速処理が可能な半導体を提供することができる。

〔実施の形態8〕本発明の第8の実施の形態は、図11に示すように回路基板21上に半導体素子22を配置し、半導体素子22の上面にダイヤモンド等の絶縁層30を設けるとともに、この半導体素子22の外周の回路基板21上に封止剤29を積層し、封止剤29と絶縁層30の上面に炭素質シート28を設けることにより、半導体素子22を回路基板21、封止剤29、絶縁層30及び炭素質シート28で囲むように半導体装置を形成する。

〔0040〕ここで、封止剤にはエポキシ樹脂、シリコン等がある。この構成により、従来のポッティングよりも吸水率が向上したセラミック封止構造並の封止構造と、第12図で示す従来のものと比べて2倍以上の放熱効果が得られる。この結果、小型で高効率の半導体装置が得られる。

〔実施の形態9〕本発明の第9の実施の形態は、炭素質シートが熱伝導異方性シートであり、方向性を持って熱が伝わるので、冷却手段に積極的に熱を伝えることができ、効率よく放熱することができる。また、熱を伝えた

くない箇所に熱を伝えるのを抑制することもできる。

〔0041〕例えば、実施の形態3の炭素質シート5に厚み方向に比べて、面方向に熱が伝わりやすい熱伝導異方性を有する熱伝導異方性シートを用いると放熱ファン付ヒートシンクまたはベルチェ素子に熱が早く伝わり、多くの熱が放熱ファン付ヒートシンクまたはベルチェ素子により冷却される。このように効率の良い放熱効果が得られる。

〔0042〕また、図6に示すように炭素質シート10に厚み方向に比べて、面方向に熱が伝わりやすい熱伝導異方性を有する熱伝導異方性シートを用い、炭素質シート10をコの字状に折り曲げて、この炭素質シート10の上面10aと下面10bとをヒートシンク1と半導体素子3とに接続させたものを用いると、炭素質シートの上面に早く熱が伝わるのでヒートシンク1から高効率の放熱ができる。

〔0043〕具体的には芳香族ポリイミドの厚さ100 μ mの高分子フィルムを300 $^{\circ}$ Cで熱処理して作製した炭素質熱伝導異方性シートを用い、このシートを図6（b）のようにコの字状に折り曲げ、この折り曲げたシートを図6（c）に示すように複数個結合させて、炭素質シート10を作製した。このように、炭素質シートに高配向性グラファイトを用いた場合は従来のアルミニウムに比べて放熱特性が70%向上した更に、図7

（a）、（b）に示すように一枚の炭素質シート12から複数のコの字状の折り曲げ部13と穴11とをプレス加工により作製したものであり、単体で用いてもよく、また、図7（c）に示すように2枚組み合わせることで、図7（d）、（e）に示すように1枚の平面状の炭素質シートを作るものでもよい。

〔0044〕このように2枚組み合わせた炭素質シートを図1に示す炭素質シート2の代わりに用いると従来のアルミニウムに比べて60%の放熱特性の向上が達成できる。

〔実施の形態10〕本発明の第10の実施の形態は、高配向性グラファイトとして100 μ mの芳香族ポリイミドフィルムを1200 $^{\circ}$ Cで第一段階の加熱処理を行い、3000 $^{\circ}$ Cまで加熱処理をした。

〔0045〕このようにして得られた炭素質シートは圧縮率71.3%、圧縮復元率が76.5%、熱伝導率が面方向で700W/m、厚さ方向で20W/mであった。この炭素質シートを図1に示す炭素質シートとして用いると、従来のアルミニウムに比べて8%の放熱特性が向上した。また、従来のようにヒートシンクと半導体パッケージとの間に熱伝導性の悪い熱伝導ペーストや熱伝導ゴムシートを使う必要がなく15%の放熱特性が向上した。

〔0046〕なお、本実施の形態では主に炭素質シートに高配向性グラファイトを用いたもので説明したが、グラファイト繊維、プレート型シートでも可能であろう。

しかし、上述したように、両者は従来のアルミニウム、銅に比べて優れてはいるものの、天然の結晶グラファイト粉末を処理して得られたプレス型シートは、不純物が含まれるのでより高い熱伝導性が得られず、炭素粉末の結合であるために脆く、たわみ、曲げ等の外的負荷が加わる場合、また加工を必要とする場合はシートが損傷してしまうことがある。また、グラファイト繊維もまた不純物が含まれるので、より高い熱伝導性が得られなかった。加えてグラファイト繊維はヒートシンクとのなじみが悪いので、間に熱伝導性ペーストを用いる必要があり、この熱伝導性ペーストは熱伝導率が小さいので結果的に熱伝導性の小さなものになってしまうので、好ましくは高配向性グラファイトの方が良い。このためにプレス型シートでは実施の形態1、2、カーボン繊維では実施の形態1、2、3、5、6のものが実用的に可能であろう。

【0047】

【発明の効果】以上のように本発明は、グラファイト繊維等の炭素質シートを半導体素子の一部に接触させることにより半導体素子を冷却するものである。また、炭素質シートが熱伝導異方性シートであり、方向性を持って熱が伝わるので、冷却手段に積極的に熱を伝えることができ、効率よく放熱することができる。

【0048】また、炭素質シートを高配向性を有するグラファイトであるので、高い放熱性を持ち、かつ加工が容易にできることにより多種多様な放熱構造が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における半導体装置*

*を示す図

【図2】本発明の第2の実施の形態における半導体装置を示す図

【図3】本発明の第3の実施の形態における半導体装置を示す図

【図4】本発明の第4の実施の形態における半導体装置を示す図

【図5】同実施の形態における半導体装置を示す図

【図6】本発明の第9の実施の形態における半導体装置を示す図

【図7】同実施の形態における半導体装置を示す図

【図8】本発明の第5の実施の形態における半導体装置を示す図

【図9】本発明の第7の実施の形態における半導体装置を示す図

【図10】本発明の第6の実施の形態における半導体装置を示す図

【図11】本発明の第8の実施の形態における半導体装置を示す図

【図12】従来の樹脂封止半導体を示す図

【符号の説明】

1 ヒートシンク

2、4、5、8、10、12、14、20、25、2

6、28 炭素質シート

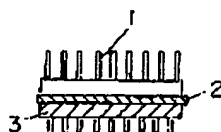
3 半導体素子

6 ヘルチェ素子

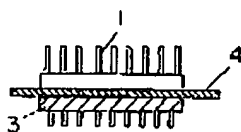
7 ファン付ヒートシンク

10 樹脂材

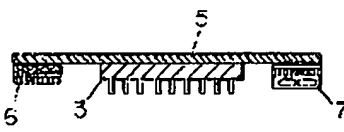
【図1】



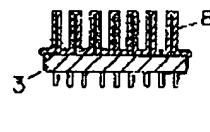
【図2】



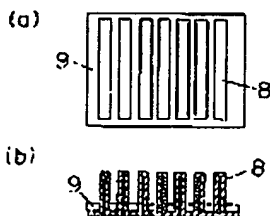
【図3】



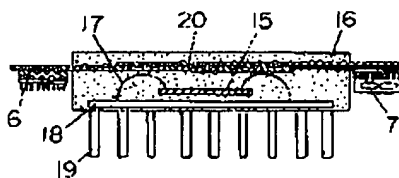
【図4】



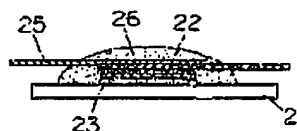
【図5】



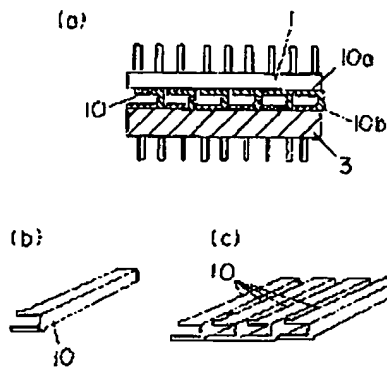
【図8】



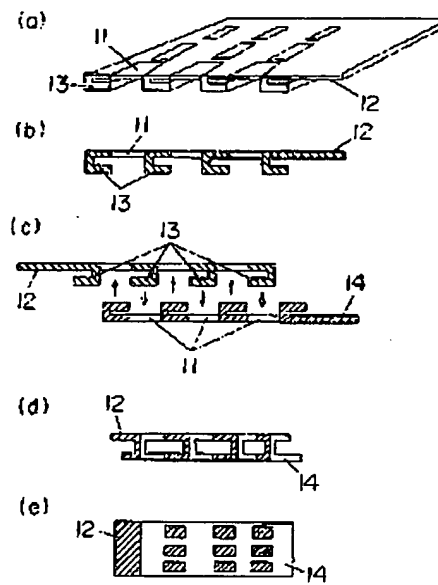
【図9】



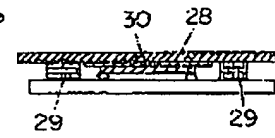
【図6】



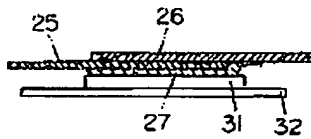
【図7】



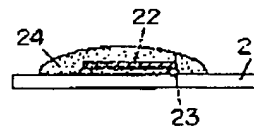
【図11】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 川島 勉

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 前田 幸男

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内